

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月20日
Date of Application:

出願番号 特願2003-077172
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-077172]

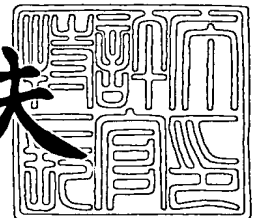
出願人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

U.S. Appln. Filed 3-19-04
Inventor: K. Ito et al
mattingly Stangers & Malor
Docket NIT-418

2004年 3月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3017818



【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P0935

【提出日】 平成15年 3月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 17/50
H01L 21/82

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下 1 番地 株式会社日立製作所エン
タープライズサーバ事業部内

【氏名】 伊藤 克幸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下 1 番地 株式会社日立製作所エン
タープライズサーバ事業部内

【氏名】 佐々木 哲雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区東品川 4 丁目 1 2 番 7 号 日立ソフトウエ
アエンジニアリング内

【氏名】 岡田 俊明

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線設計支援システム、および、配線設計支援方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 配線板上の部品の配線を支援する配線設計支援システムにおいて、

前記部品を配線するための論理的な結線情報と、前記配線をまとめた信号群として取り扱うための信号群情報とを入力して、

前記部品の配線経路探索のために、前記信号群を配線の単位として扱い、順次、信号群を分割し、できるだけ分割した各々の信号群を近接するように配置して最適な経路を探索して配線経路を決定し、

配線情報を出力することを特徴とする配線設計支援システム。

【請求項 2】 前記信号群の分割に際して、前記配線板上の部品の配置、または、前記配線板上の配線の混雑度を評価して、経路探索をおこなうようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の配線設計支援システム。

【請求項 3】 前記配線の推奨経路を指示して、前記信号群をできるだけ、その推奨経路を通るようにして、前記配線情報を決定することを特徴とする請求項 1 記載の配線設計支援システム。

【請求項 4】 前記信号群単位で配線経路探索をおこなって得られた配線経路を用い、信号群をより細分化し、配線経路情報を推奨経路として登録して、再度配線経路探索をおこない、さらに細分化と配線経路探索を繰り返しおこなうことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 記載のいずれかの配線設計支援システム。

【請求項 5】 前記信号群の細分化と配線経路探索を繰り返しおこない、最終的に信号単位の配線経路を決定することを特徴とする請求項 4 記載の配線設計支援システム。

【請求項 6】 前記結線情報の入力の指定を、部品のピンアサインを考慮しない、部品と部品を端点とする簡易情報でおこない、前記信号群を分割し配線経路として、詳細な信号単位の配線情報を得ることを特徴とする請求項 1 記載の配線設計支援システム。

【請求項 7】 配線長に関する配線制約、または、隣接信号に関する配線制約を考慮して配線決定をおこなうようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の配線設計支援システム。

【請求項 8】 配線板上に配置されるコンデンサ、または、電源カットラインを考慮して、配線決定をおこなうようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の配線設計支援システム。

【請求項 9】 配線経路を決定して、そのときの配線の混雑度も計算して、出力することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 記載のいずれかの配線設計支援システム。

【請求項 10】 詳細な配線決定の前のフロアプランの段階から配線設計の支援をするための配線設計支援方法において、

前記部品を配線するための論理的な結線情報と、前記配線をまとめた信号群として取り扱うための信号群情報とを入力する手順と、

前記部品の配線経路探索のために、前記信号群を配線の単位として扱い、順次、信号群を分割する手順と、

前記配線板上の部品の配置、または、前記配線板上の配線の混雑度を評価する手順と、

前記部品の配置を変更する手順と、

前記配線板上の部品の配置、または、前記配線板上の配線の混雑度を考慮して、できるだけ分割した各々の信号群を近接するよう配置するようにして最適な経路を探索して、配線経路情報を得る手順と

を有することを特徴とする配線設計支援方法。

【請求項 11】 前記配線経路情報を得る手順を実行するときに、前記配線の推奨経路を指示して、前記信号群をできるだけ、その推奨経路の有する幅内あるいはその近くを通るようにして、前記配線経路情報を決定し、

得られた配線経路を次の配線設計のときの推奨経路として用いて、繰り返し配線経路情報を得る手順を実行することを特徴とする請求項 10 記載の配線設計支援方法。

【請求項 12】 前記配線経路情報を、詳細な信号単位で割り当てていく際

に、前記部品のピンアサインを最適化することを特徴とする請求項10記載の配線設計支援方法。

【請求項13】 詳細な配線決定の前のフロアプランの段階から配線設計の支援をするための配線設計支援方法において、

配線板に部品の大きさ、ピンの位置が確定していない仮部品と、未搭載部品のために予約しておく予約領域とを指定し、

前記仮部品との接続は、全て部品の中心にあるものとし、前記予約領域を通らないように、経路探索をおこない配線経路情報を得て、

しかる後に、前記仮部品を、部品の大きさ、ピンの位置が確定した実部品に置き換え、前記予約領域に部品を配置して、順次、より詳細な配線経路を設計していくことを特徴とする配線設計支援方法。

【請求項14】 前記配線経路情報を得る際に、配線の混雑度を計算して出力することを特徴とする請求項13記載の配線設計支援方法。

【請求項15】 詳細な配線決定の前のフロアプランの段階から配線設計の支援をするための配線設計支援方法において、

配線設計のための仮情報として、

配線板の大きさを大まかな大きさで定義する仮配線板情報ファイルと、配線板上に未搭載部品に使われる領域を予め指定するため予約領域ファイルと、仮の部品として、その部分に接続するピン数やピン位置の情報を定める仮部品情報ファイルと、部品と部品との大まかな接続本数を有し、接続情報がピンに割り付けが完了していない段階での接続を示す仮接続情報ファイルと、部品の大まかな配置位置を決定する仮配置情報ファイルとを入力し、

これらの仮情報を基に経路探索をおこなって、

配線経路を指示するための経路指示情報ファイルを出力し、

前記仮配線板情報ファイルを、実際の配線板の大きさを示す実配線板情報ファイルに、前記仮部品情報ファイルを、実際に搭載する部品を指定する実部品情報ファイルに、前記仮接続情報ファイルを、実際の部品の配線を表す実接続ファイルに、前記仮配置情報を、実際の部品の配置を定める実配置情報ファイルに、順次、置き換えてゆき、

前記仮情報を基にして得られた配線経路を推奨経路として、経路探索をおこなって、順次、より詳細な配線経路を設計していくことを特徴とする配線設計支援方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、配線設計支援システム、および、配線設計支援方法に係り、特に、多種多様な配線制約を要求する配線板に対して、フロアプラン段階から大まかな配線の仕方を提示して、短期間で配線制約を満足する配線設計を完了するのに好適な配線設計支援システム、および、配線設計支援方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、コンピュータシステムにより、電子回路の配線板の配線を自動化する試みがなされてきた。

【0003】

ここで、図12を用いて従来技術に係る配線設計支援の問題点を説明する。

図12は、隣接配線制約を持つ信号群を配置するときの一例を示す模式図である。

【0004】

一般に電子回路の配線板における配線は、信号の特性や配線間における干渉が生じるため実際に配線するときには、様々な配線制約の基で配線設計がおこなわれることになる。

【0005】

例えば、隣接する信号インタフェース種によって異なる隣接間隔制約がある場合においては、配線経路の並び順によって配線密度が低下する場合も生じる。

【0006】

今、図12に示されるように隣接平行配線間隔制約1203に記載したような隣接する信号群ごとにそれぞれ異なる隣接間隔が与えられているとする。これは、例えば、信号群がgroup Aである信号群に属する配線と信号群がgroup

p Bに属する配線とは、互いに4単位以上離さなければならないことを意味している。ここで、信号群とは、共通の特性を持つ配線を一つのグループとしてまとめたものである。

【0007】

このとき、信号群がgroup Aである配線と信号群がgroup Bである配線を、配線状況1201のように配線すると互いの隣接配線制約のために、配線の高密度化が阻害されることになる。

【0008】

そこで、配線状況1202に示すように、信号群がgroup Aである信号1204の隣に同じ信号群group Aの信号1206を配線するといった同一の信号群を意図的に隣接させることによって、配線の高密度化が実現させることができる。

【0009】

さらに、半導体集積回路の高速化によって、複数の信号間で特性を合わせることが必要となっており、配線長や配線経路を極力揃える事によって信号特性を合わせることが必要となっている。

【0010】

これらに対処する方法として、例えば、特許文献1には、仮想配線という概念を用い、これを分割していくことにより、概略配線から詳細配線を実施する手法が開示されている。仮想配線においては、「複数の要特性統一ネットが一つに束ねられてなる単一の仮想ネットとして取り扱われる」ことになる。

【0011】

【特許文献1】

特開2002-124571号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術では、仮想ネットにより、「特性を揃えるべき複数のネットの配線長、配線容量、配線経路、配線形状等の特性を実効的に揃える」ことができるとしている。

【0013】

しかしながら、配線板の部品の配置のされ方によっては、配線長が長くなり、配線のための面積が増加するなどの問題点を生じる。

【0014】

以下、図13を用いて配線板の部品が配線の障害物となる場合の配線の問題点について説明する。

図13は、配線板の部品が配線の障害物となる場合の配線パターンの形態について説明する模式図である。

【0015】

今、図13(a)に示す二つの部品1301および1302間の同じ特性で揃える必要がある接続関係1303の配線のための経路探索をおこなうことを考える。

【0016】

このとき、接続関係1303によって、従来技術では、図10(b)に示す一つの仮想ネット1305として割り付け、経路探索処理をおこなうであろう。

【0017】

しかしながら、部品1301および1302の間には部品1304が存在するため障害物となり、仮想ネット1305に対し経路探索処理をおこなうと、仮想ネット1305は、部品1304を迂回するような図13(c)に示す配線経路1306を作成してしまうことになる。

【0018】

これにより、配線長が増加し、配線のための面積が増加して、これにより配線板の面積も増加させなければならない等の問題点が発生する。

【0019】

したがって、配線設計支援システムは、図13(d)に示すように部品と部品との間を通り抜け、しかも、その前後では配線経路をひと束ねにして揃えている配線経路1307を作成できることが望ましい。

【0020】

また、他の課題として、半導体回路の高速化や高密度化によって配線制約が多

種多様になってきていることがある。それら配線制約に触れないような配線をおこなうためには、配線板の構造や詳細な配線の前におこなって、大まかな配線計画や部品の配置をおこなう工程である「フロアプラン」が特に、重要になってきており、配線の早い段階から配線制約や配線性を検討する必要がある。

【0021】

しかしながら、従来の手法では、詳細配線設計と同等の情報を準備しなければならず、配線性を検討するための準備に期間と工数が必要であり、また、フロアプランを検討する作業についても、一つ一つの信号の配線情報を取り扱うため、検討および修正に大きな時間を要する。そこで、フロアプラン段階でも実用になるような簡易な情報で動作して、準備期間を大幅に削減し、信号群で取り扱って検討および修正の工数を削減するというシステムを提供する必要がある。

【0022】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、その目的は、多種多様な配線制約を要求する配線板に対して、フロアプラン段階から大まかな配線の仕方を提示して、配線の混雑度などを評価しながら、短期間で配線制約を満足する配線設計を完了することのできる配線設計支援システム、および、配線設計方法を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】

本発明では、バスなどのまとまった配線を一つの信号群として扱い、信号群内の信号が配線できるだけの配線領域を確保しながら経路探索処理をおこなう。そして、障害物などによって、信号群内の全ての信号の配線を割り当てる配線経路が見つからない場合は、信号群を分割して、再度経路探索処理をおこなう。

【0024】

このとき、分割された信号群は同一の配線形状となるように同一層の隣接領域あるいは別の層に同一形状の配線経路を割り当てる。

【0025】

信号群内のどれか一つの信号に対して、大まかな情報で配線経路指示を与えることにより、当該信号だけでなく、同一信号群内の全ての信号に同じ配線経路指

示が与えられたものとして、指示された領域を優先して、経路探索をおこなう。

【0026】

また、本発明では、簡易な仮想的な情報で、大まかな配線経路を割り付けて混雑度を評価する。さらに、設計が進んでいくうちに徐々に情報の精度を上げていき、実際の情報により近い情報に順次置き換えていく。その際、情報の不一致から未接続となった区間のみを対象として、配線経路の補正をかけていくようにする。

【0027】

このような手段により、本発明の配線設計システムによれば、同一の特性に揃えることが要求されるような信号に対しても好適な配線経路を求めることができ、さらに配線板の高密度化についても有益な結果を得ることができる。また、配線板設計の早い段階から配線板の配線制約や配線性までをフロアプラン設計をおこなうことが可能である。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る各実施形態を、図1ないし図11を用いて説明する。

【0029】

〔配線設計支援システムの構成と動作〕

先ず、図1ないし図3を用いて本発明に係る配線設計支援システムの構成について説明する。

図1は、本発明に係る配線設計支援システムの構成図である。

図2は、経路指示ファイル104の格納情報の例を示す模式図である。

図3は、経路探索処理の詳細を示すフローチャートである。

【0030】

配線設計支援システム101の入力処理部107に対して、図1に示されるように、ネット情報ファイル102、信号群情報ファイル103、経路指示情報ファイル104、配置指示情報ファイル105、配線制約情報ファイル106の入力ファイルが入力される。

【0031】

これらの入力ファイルは、配線処理部 108 に渡されて、配線板上の部品の変更や配線経路の設計がされる。

【0032】

出力情報は、出力処理部 115 を介して出力ファイルとして、配線経路情報ファイル 116、混雑度評価ファイル 117、配置情報ファイル 118 を出力する。

【0033】

ここで、ネット情報ファイル 102 は、配線板上の部品の論理的な結線情報のファイルである。信号群情報ファイル 103 は、配線のために信号群の指示情報を持ったファイルである。信号群とは、配線をバスなどのひとまとまりとして扱うための概念である。経路指示情報ファイル 104 は、配線経路の大まかな指示情報をあらわすファイルである。配線制約情報ファイル 106 は、配線する際の配線長や隣接信号間隔などの配線制約に関するファイルである。

【0034】

また、配線経路情報ファイル 116 は、配線処理部 108 によって決定された配線経路情報を格納するファイルである。混雑度評価ファイル 117 は、決定した配線経路情報によって、その配線経路の混雑度の評価をおこなった結果を格納するファイルである。配置情報ファイル 118 は、部品配置の情報をを持ったファイルである。

【0035】

経路指示ファイル 104 は、経路指示情報は、図 2 に示されるような構造が考えられる。経路指示情報とは、配線信号群に対して経路を通ることを望む箇所を指示するものであり、テーブル 201 のような信号群名または信号名、始点、終点、層名といった直線の情報から成り立っている。また、テーブル 202 のように信号群名または信号名、指定配線領域の二つの座標点、層番号といった情報から生成することもできる。

【0036】

ここで、信号群名または信号名とは、本発明の配線設計支援システムで配線設計のために、それぞれ信号群および信号を取り扱う名称である。また、座標は、

システムが配線しやすいように任意のものをを用いることができる。また、多層にわたって配線をおこなうために、層名や層番号を有している。

【0037】

次に、本発明の配線設計支援システムの配線処理部108の処理の詳細について説明する。

【0038】

配線処理108は、入力処理部107から得られた情報に基づいて経路未探索の信号群を一つ選択し(S01)、その後、選択した信号群の経路探索をおこなう(S02)。

【0039】

そして、経路探索終了後、他の経路未探索の信号群があるか否かを判定し(S03)、未探索の信号群があれば、再度処理をおこなう(S03)。

【0040】

経路未探索の信号群がなければ、探索終了後の配線混雑の評価や配線制約との比較を配線評価でおこなう(S04)。

【0041】

配線評価後、混雑度が高いか制約違反があるか否かを判定し(S05)、判定の結果、混雑度が高いか制約違反があれば、部品配置や配線経路を変更し(S06)、再度処理をおこなう(S06)。

【0042】

そして、判定の結果、混雑度も高くなく、制約違反もなければ、信号の細分化がおこなえるか否かを判定し(S07)、判定の結果、まだ信号群の細分化ができて、細分化しきい値が細分化制限値より大きければ、細分化しきい値を下げる(S08)。そして、探索結果の経路を推奨経路とし、再度処理をおこなう(S09)。ここで、細分化制限値は、細分化をどこまでやるかを制御するために外部から与えるパラメータである。

【0043】

信号群が細分化できないか、細分化しきい値が細分化制限値より小さければ、必要な情報を渡して出力処理部115に処理を移す。

【0044】

次に、経路探索処理 S02 の詳細について図3を用いて説明する。

【0045】

先ず、推奨経路を配線板上に配置する（S301）。推奨経路とは、配線経路が通過することを奨励する経路であり、経路指示情報104によって指定する。この推奨経路によって、配線板の部品配置状況などを考慮した望ましい配線になるように配線設計を進めることができる。この推奨経路の指示については、後に詳細に説明する。

【0046】

次に、信号群内に属する信号を経路探索を行える単位に分割（グループ化）する（S302）。信号群は、配線をひとまとまりで扱うためのものであり、本発明の配線設計支援システムの配線の単位とする。そして、ここでの信号群分割は、信号群内の信号でより隣接したものが極力同一グループに入るようにする。この信号群分割の仕方は、本発明の特徴の一つをなすものであり、後に具体例により説明する。なお、差動信号などは、常に同一グループになるように指示することが可能である。差動信号は、二本の信号のレベルを常に相反な状態にしておくことによって、配線上の高速な信号伝搬における外部からのノイズを押さえるのに有効な信号であり、必ず、隣接するように配置する必要があるためである。

【0047】

その後、信号群内の信号数が細分化しきい値より大きいか否かを判定する（S303）。判定の結果、信号群内の信号数が細分化しきい値より大きければ、細分化しきい値以下になるようにグループ分割をおこなう（S304）。

【0048】

その後、グループを一つ選択する（S305）。

【0049】

次に、選択したグループの経路探索をおこなう（S306）。経路探索では、推奨経路を優先して採用する。経路探索をおこなった結果、配線経路が見つかり、かつ、配線経路に容量オーバが発生していなければ（S307）、信号群内のほかのグループが近接した経路を見つけるようにするために、見つかった探索経

路を新たな推奨経路として配置する（S310）。なお、このS310の具体的なやり方については、次に説明する。

【0050】

配線経路がないか、配線経路があっても容量オーバーであれば（S307）、グループを分割できるか否かを判定する（S308）。

【0051】

グループ分割ができれば、グループ分割を実行し（S309）、S305から再度処理をおこなう。グループ分割できるときは、例えば、分割前では、信号数が多くて配置できなかったが、分割することにより、部品の間を通り抜けるようになった場合や、分割することにより、混雑度が緩和される場合などである。

【0052】

グループ分割ができなければ、この場合も見つかった探索経路を新たな推奨経路として配置する（S310）。

【0053】

配置の後に、未探索のグループがあるか否かの判定をおこない（S311）、未探索グループがあれば、S305から再度処理をおこない、未探索グループがなければ処理を終了する。

【0054】

〔推奨経路と信号分割による経路探索および配線経路の確定の手法〕

次に、図4ないし図6を用いて本発明の配線設計支援方法の推奨経路と信号分割による経路探索および配線経路の確定の手法について説明する。

図4は、本発明の推奨経路を用いた経路探索について説明した図である。

図5は、本発明のグループ分割した信号群を隣接させる経路探索について説明した図である。

図6は、信号群から配線経路の確定する手順について説明した図である。

【0055】

先ず、図3のフローチャートのS310で述べた推奨経路を指定して経路探索をおこなう手法について説明する。

【0056】

例として、配線板 501 上に部品 502 と 503 があり、部品 502 と 503 の間に信号群 504 があるものとする。

【0057】

ここで、望ましい配線をおこなったり、配線の経路の変更を明示的に指定するために、経路指示情報ファイル 506 により信号群 504 に対して推奨経路 505 を与える。

【0058】

このとき、推奨経路 505 は、図 2 で示したような経路指示情報から生成されるもので、信号群 504 の配線経路ができるだけ通って欲しい領域を指示するものである。推奨経路は、信号群内の全ネットが通過できるように、推奨経路 507 のように幅を拡大して登録する。そして、経路探索をおこなうときには、推奨経路 507 を極力通るような配線経路 508 を生成する。

【0059】

次に、図 3 のフローチャートの S309 で述べた信号群分割（グループ化）されたときに、信号群同士を近接して配線する手順を、図 5 を用いて説明する。

【0060】

例として、部品 601 と 602 があり、部品 601 と 602 の間に信号群 603 があるものとする。部品 601 と 602 の中間には複数の部品 604 があるものとする。

【0061】

このとき、信号群 603 が、一まとまりのままで経路探索をおこなうと、部品 604 の間を通ることができず、部品 604 を回り込むような迂回が発生する。それは、配線設計上得策ではない。したがって、信号群 603 を部品 604 の間を通りぬけられる単位にグループ化し、経路探索をおこなう。

【0062】

このようにして、部品 604 の間を通るように経路を生成しグループの配線経路 605 を得る。次に、配線経路 605 を推奨経路とし（図 3 の S310）、推奨経路 606 のように幅を拡大して登録する。配線経路 607 は、その推奨経路の幅内を通るようにして生成する。

【0063】

経路の幅を拡大して登録したので、次の経路は、第一の配線経路605に近接して配線されることになり、部品604のすぐ近くの間を通る経路が得られる。

【0064】

以上の処理を繰り返し、配線経路608を生成する。

【0065】

次に、図6を用いて信号群の経路から配線経路を確定させる手順について説明する。

【0066】

例として、配線板710上に部品703、704、705が搭載され、部品703と部品704の間に接続情報706が定義され、同一信号群を指示しているものとする。

【0067】

そして、配線設計支援システム400には、この配線板710のネット情報701と、経路指示情報702が入力される。

【0068】

配線設計支援システム400では、信号群単位あるいはグループの経路探索をおこない、配線経路711、712を生成する。その後に、信号群単位あるいはグループの探索経路を基本としてより詳細な配線経路713、714、715、716を生成し、配線を信号群単位から信号単位へと細分化していくことによって、信号の経路を確定させる。

【0069】

最後に、信号の配線経路決定後、混雑度評価ファイル717と配線経路情報ファイル718を出力する。

【0070】**〔実施形態1〕**

次に、本発明に係る第一の実施形態を、図7を用いて説明する。

図7は、本発明の第一の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【0071】

本実施形態は、混雑度を評価し、部品の配置の変更、推奨経路の指示をおこなって、最適な配線設計をおこなうものである。

【0072】

第一の実施形態の配線板のネット情報401は、図7の右上に示されるように、配線板402上に部品403、404、406、407、409、410が搭載されている。

【0073】

そして、部品403と404の間に接続情報405があり、これが同一信号群指示がなされている。同様に、部品406と407の間に接続情報408があり、同一信号群を指示し、部品409と410の間に接続情報411があり、同一信号群を指示しているものとする。

【0074】

配線設計支援システム400には、これらの情報が入力されて、信号群内の信号全ての配線経路が割り当てられるだけの配線領域を確保しながら経路探索をおこない、配線経路412、413、414、415を生成する。そして、生成した配線結果を評価し、混雑度評価416を得る。混雑度評価は、配線経路に対して配線領域全体を等間隔の分割線で区切られた小領域に分割し、各小領域中の配線経路物量の割合によって得られる。ここで、配線の混雑度を評価した混雑度評価ファイル417と、決定した配線経路を格納する配線経路情報ファイル418とを出力することが可能である。

【0075】

ここで、混雑度評価416によって、配線経路413、414、415が非常に近接しており、決定した配線経路の混雑度評価結果が部分的に混雑度が高いことがわかる。

【0076】

これを解決するために、部品配置の変更と配線経路の修正をおこなえばよい。したがって、部品配置の見直しをおこなって、部品409と410を矢印420、421の方向に移動する。

【0077】

また、配線経路の修正をおこなうために、信号群405に対して推奨経路424を付加する。

【0078】

この二つの対策により、配線板の中央部の混雑度が緩和されることが期待される。そして、このようにして、部品配置の変更と推奨経路を付加した配線経路情報419を用いて、再び、経路探索をおこなう。

【0079】

その結果、新たな配線経路425、426、427が生成される。次に、このようにして生成された配線結果を評価し、混雑度評価428を得る。ここで、新たな混雑度評価ファイル429と新たな配線経路情報ファイル430とを生成することが可能である。このようにして、混雑度が大きすぎるところがなくなるまで処理を繰り返しおこなう。

【0080】

〔実施形態2〕

次に、本発明に係る第二の実施形態を、図8を用いて説明する。

図8は、本発明の第二の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【0081】

本実施形態は、配線長に関する制約や隣接する配線によって生じる制約を考慮して配線設計をおこなうものである。

【0082】

例として、配線板808上に部品802、803が搭載され、部品802と部品803の間には、信号805、806、807、808があり、信号805、806と、信号807、808が同一グループの信号群を表しているものとする。

【0083】

また、配線制約が定められており、隣接する信号群の配線間隔を記述した隣接配線制約情報810と、信号群に配線長公差と配線長制約の情報を持った配線長

制約情報 811 が、配線制約情報ファイル 812 に格納されている。これらの情報は、信号群名で記述されており、信号群名と信号の対応表として、信号群情報ファイル 809 を有するものとする。

【0084】

ここでは、信号 805、806 が *grp A* に属し、信号 807、808 が *grp B* に属してるものとする。また、例えば、*grp A* と *grp B* の信号の配線とが、隣接するときには、1.27mm 以上話さねばならないこと、*grp A* の配線の信号間の公差（許容し得る差）は、±3mm であること、*grp A* の配線長の制約は、50mm 以下であることが理解できる。

【0085】

配線設計支援システムには、これらの配線板 808 の情報を定義したネット情報ファイル 801 と、信号群情報ファイル 809 と、配線制約情報ファイル 812 が入力される。

【0086】

そして、配線設計支援システム 400 では、隣接配線制約 810 を考慮し、信号群間の隣接配線間隔を遵守した配線経路 813 と 814 を生成する。その後、信号群単位の探索経路を基本として信号群単位から信号単位へと細分化し、信号群 813 内に属する信号の配線経路 815 と 816、信号群 814 内に属する信号の配線経路 817 と 818 を隣接配線制約情報 810 と配線長制約情報 811 を満たすように生成する。

【0087】

その後、混雑度評価ファイル 819 と配線経路情報ファイル 820 を出力する。

【0088】

〔実施形態 3〕

次に、本発明に係る第三の実施形態を、図 9 を用いて説明する。

図 9 は、本発明の第三の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【0089】

本実施形態では、詳細な情報が決まるまでに時間がかかる論理や部品に対して仮の情報で補って、「仮の配線」を先ずおこなって、これを「実配線」に近づけていこうという考え方である。

【 0 0 9 0 】

すなわち、配線板の情報、部品間の接続、部品に対するピンアサイン、部品の配線板上の配置などを大まかな情報で与えておき、その時点での部品の配置と配線の最良解を配線設計支援システムで求める。その後、大まかな情報で与えられた配線板や部品間の接続の情報が設計完了し、詳細な情報になった時点で、情報を入替え、以前の配置と配線の解と設計完了した詳細情報を用いて、より詳細な部品の配置と配線にまでブレークダウンする。

【 0 0 9 1 】

本実施形態では、配線設計支援システム 4 0 0 に、配線設計のための「仮情報」ファイル群を入力する。

【 0 0 9 2 】

すなわち、仮配線板情報ファイル 9 0 1 は、配線板の大きさを大まかな大きさで定義するファイルである。予約領域ファイル 9 0 2 は、配線板上に未搭載の論理回路の部品などに使われる領域を予め指定するためのファイルである。

【 0 0 9 3 】

仮部品情報ファイル 9 0 3 は、実際に搭載する部品は定まっていないが、仮の部品として、その部分に接続するピン数やピン位置の情報を定めるためのファイルである。仮接続（ネット）情報ファイル 9 0 4 は、部品と部品との大まかな接続本数を有し、接続情報がピンに割り付けが完了していない段階での接続を示すファイルである。仮配置情報ファイル 9 0 5 は、部品の大まかな配置位置を決定するファイルである。

【 0 0 9 4 】

そして、配線設計支援システム 4 0 0 は、入力された大まかな情報による配線設計における最良解を決定する。その結果としてその際の配線混雑度の評価結果として、混雑度評価ファイル 9 1 5 と配線経路情報ファイル 9 1 6 と配置情報ファイル 9 1 7 を出力する。

【0095】

配線設計支援システム400に、上記の「仮情報」ファイル群が入力される。それによって、配線設計支援システム400において、仮配線板上に接続情報が大まかなピン位置のみを有する仮部品906と、実部品の情報をもった部品907と、予約領域908と、仮部品906と実部品907の間にある信号群909、910、911の情報を得る。

【0096】

ここで、部品に関する情報が確定していないものがある部品を「仮部品」、部品に関する情報が全て確定したものを「実部品」と言うことにする。

【0097】

図9の左の配線状況では、部品906は、仮部品であり、部品の大きさ、ピンの数と位置が確定していないものとし、部品907は、実部品であるものとする。また、予約領域908が確保されているものとする。

【0098】

このとき、仮部品である部品906に対しては、全てのピンが部品の中心にあるものとして処理し、配線経路探索処理をおこなう。このとき、配線経路探索処理では、予約領域908を極力通らないような配線経路912、913、914を生成する。また、仮部品である部品906と実部品である部品907間の配線では、仮部品906の端点は部品の中心とする。

【0099】

このようにして、仮情報を考慮しながら配線設計支援システム400内で、適切な部品の配置や配線経路を生成し、混雑度評価ファイル915と配線経路情報ファイル916と配置情報ファイル917を出力する。そして、設計が進み、実際の情報が作られたら、仮の情報ファイルから実配線板情報ファイル918、実部品情報ファイル919、実接続情報ファイル920、実配置情報ファイル922に順次入力情報ファイルを差し替えることによって配線設計の精度を向上させる。また、仮の情報ファイルで生成した配線経路情報ファイル916を反映させた経路指示情報ファイル921を入力する。さらに、配置情報ファイル917の情報を実配線板情報および実部品情報を考慮して反映させた実配置情報ファイル

922を入力する。

【0100】

実接続情報ファイル920は、実際の部品のピン位置まで配線した配線情報を表すファイルである。

【0101】

実配置情報ファイル922は、実際の部品の配置を定めるものであり、これは、予約領域情報ファイル902と、仮配置情報ファイル905に対応している。

【0102】

なお、経路指示情報ファイル921は、経路探索のときにふさわしい経路を指示するものであり、仮情報を用いて得られる配線情報を用いることにする。

【0103】

実際の配線板では、部品923と、部品907、部品927～部品929が配置されており、部品923と部品907との間に信号群924、925、926が配線され、部品927と928と929の間には信号群930と931が配線されるものとする。

【0104】

このとき、予約領域908は、部品927～部品929の配置領域に置き換わる。そして、先の手順で生成した配線経路912、913、914を推奨経路として、部品923と部品907との間の配線経路の探索をおこなう。また、推奨経路と実部品のピンの間が接続されていない部分では、ピン位置を定めるようにする。

【0105】

そして、仮情報での結果を有効利用しながら配線設計をおこない、部品の実ピンの位置まで定めた配線経路933、934、935を生成する。

【0106】

また、置き換わった部品927～部品929に対しても、適切な配線経路探索をおこなって、配線経路936、937を生成する。

【0107】

配線設計が終わると、配線設計支援システムは、混雑度評価ファイル938と

配線経路情報ファイル 939 と配置情報ファイル 940 を出力する。本実施形態では、このようにして、大まかな情報によって、詳細な配線設計に入る前のフロアプランの段階の設計の早い段階から配線設計の検討をおこなうことを可能とし、その結果を実配線板に受け渡すことで、初期の検討結果を有効なものとする。

【0108】

〔実施形態 4〕

次に、本発明に係る第四の実施形態を、図 10 を用いて説明する。

図 10 は、本発明の第四の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【0109】

本実施形態は、電子回路基板の部品を配置するために不可欠なコンデンサや電源カットラインなどを考慮して、配線設計をおこなうことを可能とするものである。

【0110】

配線板 1009 上には、部品 1002、1003、1004 があり、部品 1002 と部品 1003 の間には、接続情報 1005、1006、1007、1008 があり、接続情報 1005、1006 は、同一信号群を指示し、接続情報 1007、1008 は、他の信号群を指示しているものとする。

【0111】

また、部品の電圧種ごとの必要コンデンサ数の情報を持ったコンデンサ情報ファイル 1010 が定義されている。例えば、部品名 1002 の部品は、電圧種が VG1 のコンデンサを 6 個要し、電圧種が VG2 のコンデンサを 2 個要することを示している。

【0112】

また、信号と電圧種の対応表 1012 が定義されている。これは、例えば、信号名 1005、1006 の信号は、VG1 の電圧が供給される領域に配置されなければならないことを意味している。

【0113】

また、電源カットライン情報ファイル 1011 には、配線板の電源カットライ

ンに関する大まかな情報が格納されている。電源カットラインは、配線板上に供給される電圧値の境界を表すラインである。

【0114】

本実施形態の配線設計支援システム400には、この配線板1009を表すネット情報1001と、コンデンサ情報ファイル1010、電源カットライン情報ファイル1011、信号と電圧種の対応表1012が入力される。

【0115】

そして、配線設計支援システム400が大まかな電源カットライン1013に合わせ、コンデンサ情報ファイル1010を参照して、必要な個数分だけコンデンサを対象となる部品の周辺に配置をおこなう。その後に、コンデンサの配置に基づき、電源カットライン1014の補正をおこなう。次に、これらの配置を前提として、配線経路探索処理をおこなう。

【0116】

このとき、電源カットラインの上下の配線層を通る信号配線については電源カットラインを跨がないような配線経路を生成する。そして、得られた配線経路1015、1016、1017の配線の混雑度に応じて、カットラインの位置を部分的にずらすことによって、再度カットラインの補正をおこなう。その後、混雑度評価ファイル1018、配線経路情報ファイル1019、補正した電源カットライン情報ファイル1020を出力する。このように、コンデンサやカットラインなどの電源設計とそれらの影響を考慮に入れた配線設計を同時におこなうことができ、早い段階から短期間でフロアプランと電源設計の両方を完了させることができる。

【0117】

〔実施形態5〕

次に、本発明に係る第五の実施形態を、図11を用いて説明する。

図11は、本発明の第五の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【0118】

本実施形態では、配線設計の一環として、部品のピンアサインの変更までおこ

なうものである。

【0119】

配線板1108には、部品1102、1103が搭載され、部品1112と1113の間には、接続情報1104、1105、1106、1107があり、接続情報1104、1105は、同一信号群を指示し、接続情報1106、1107は、他の信号群を指示しているものとする。

【0120】

本実施形態では、この配線板1108を表すネット情報ファイル1101を入力して、経路探索をおこなう。そして、配線経路1109と1110を生成し、配線長を評価する。迂回長に関する評価を行った結果1111で、配線長とマンハッタン長（部品を水平、垂直線で結んだ最短経路）の差が極端に長いものがあるとき、または、それに準ずるピンアサインの評価をおこなって配線設計に支障があると判断した場合、ピンアサインの見直しをおこなう。

【0121】

この図の例では、grp Bの迂回長が7で極端に長いことがわかる。

【0122】

このようなときには、ピンアサイン1114を見直した部品1113を用いて再度経路探索をおこない、配線経路1115、1116を生成し、再び評価をおこなう。迂回長に関する評価結果1118において配線長とマンハッタン長の差が極端に長いものがないければ経路探索終了として、ピンアサイン変更情報1119と、混雑度評価ファイル1120と、配線経路情報ファイル1121を出力する。

【0123】

【発明の効果】

本発明によれば、多種多様な配線制約を要求する配線板に対して、フロアプラン段階から大まかな配線の仕方を提示して、配線の混雑度などを評価しながら、短期間で配線制約を満足する配線設計を完了することのできる配線設計支援システム、および、配線設計方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る配線設計支援システムの構成図である。

【図 2】

経路指示ファイル 1 0 4 の格納情報の例を示す模式図である。

【図 3】

経路探索処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 4】

本発明の推奨経路を用いた経路探索について説明した図である。

【図 5】

本発明のグループ分割した信号群を隣接させる経路探索について説明した図である。

【図 6】

信号群から配線経路の確定する手順について説明した図である。

【図 7】

本発明の第一の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【図 8】

本発明の第二の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【図 9】

本発明の第三の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【図 1 0】

本発明の第四の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【図 1 1】

本発明の第五の実施形態に係る配線設計支援システムの処理の流れを説明する模式図である。

【図 1 2】

隣接配線制約を持つ信号群を配置するときの一例を示す模式図である。

【図 1 3】

配線板の部品が配線の障害物となる場合の配線パターンの形態について説明する模式図である。

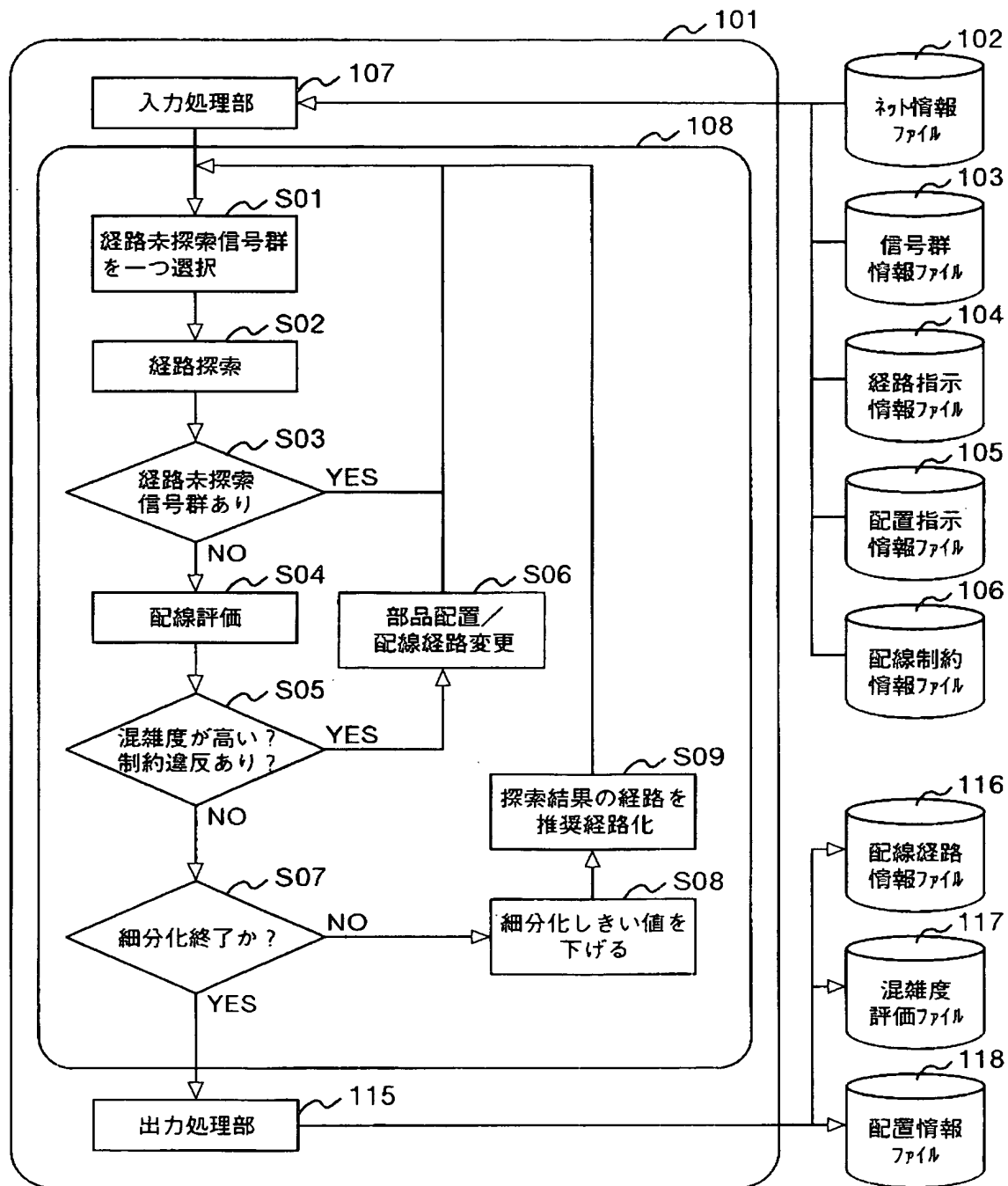
【符号の説明】

- 1 0 1 …配線設計支援システム
- 1 0 2 …ネット情報ファイル
- 1 0 3 …信号群情報ファイル
- 1 0 4 …経路指示情報ファイル
- 1 0 5 …配置指示情報ファイル
- 1 0 6 …配線制約情報ファイル
- 1 0 7 …入力処理部
- 1 0 8 …配線処理部
- S 0 1 …経路未探索信号群選択
- S 0 2 …経路探索
- S 0 3 …経路探索判定
- S 0 4 …配線経路評価
- S 0 5 …再配置／配置要否判定
- S 0 6 …部品配置／配線経路変更判定
- S 0 7 …細分化判定
- S 0 8 …細分化しきい値変更
- S 0 9 …探索結果の経路を推奨経路化
- 1 1 5 …出力処理部
- 1 1 6 …配線経路情報ファイル
- 1 1 7 …混雑度評価ファイル
- 1 1 8 …配置情報ファイル。

【書類名】 図面

【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

201

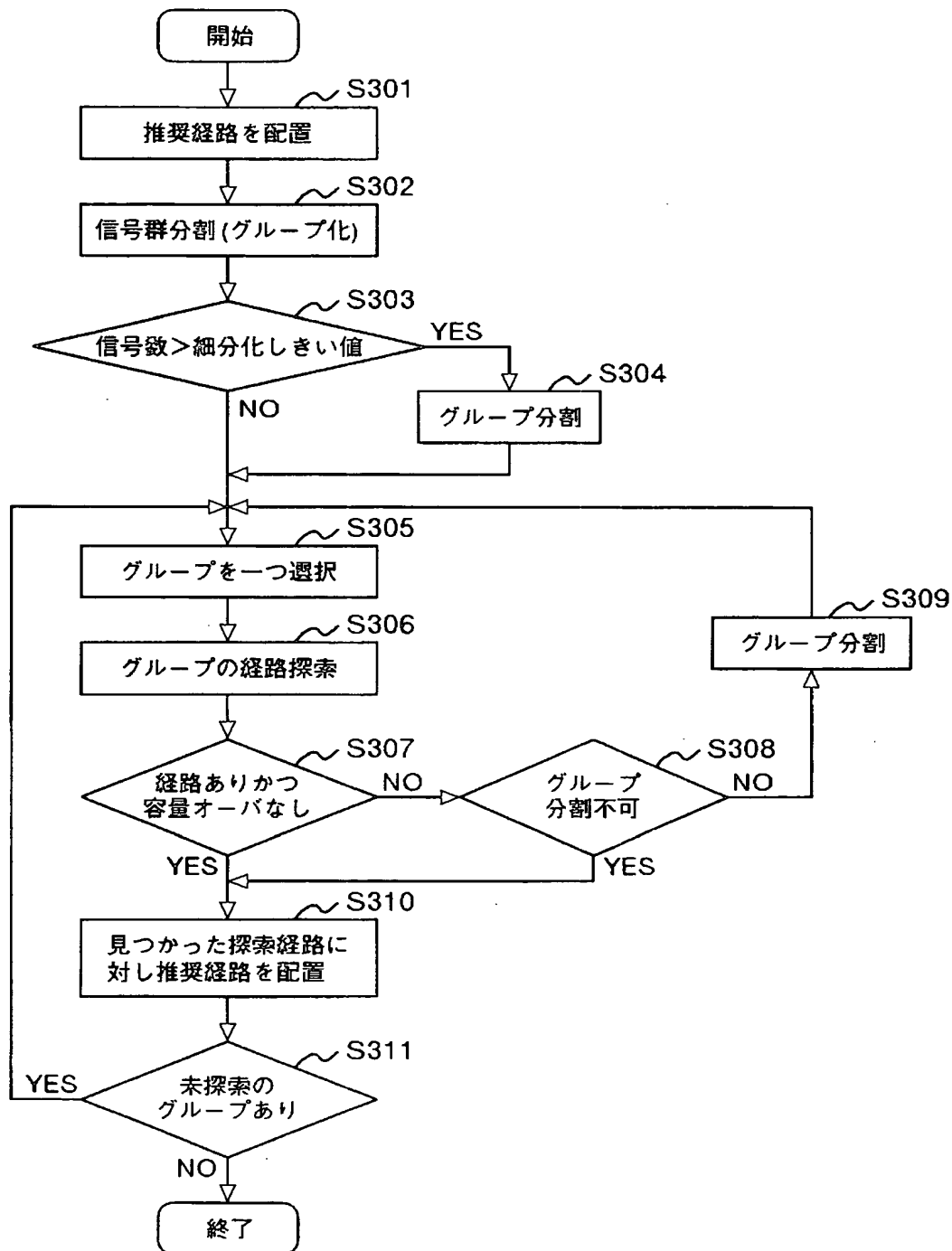
信号群名 又は信号名	始点		終点		層名
	X 座標	Y 座標	X 座標	Y 座標	
SIG1	10	90	90	90	L1
SIG1	80	20	80	40	L1
G2	5	3	2	3	L1
G2	20	40	30	40	L2
SIG3	10	10	11	11	L3
SIG3	11	11	11	15	L3

202

信号群名 又は信号名	領域左下		領域右上		層番号
	X 座標	Y 座標	X 座標	Y 座標	
G1	10	90	90	90	2~4
G1	80	20	80	40	2~4
SIG2	5	3	2	3	1
SIG2	20	40	30	40	1
G3	10	10	11	11	3
G3	11	11	11	15	4

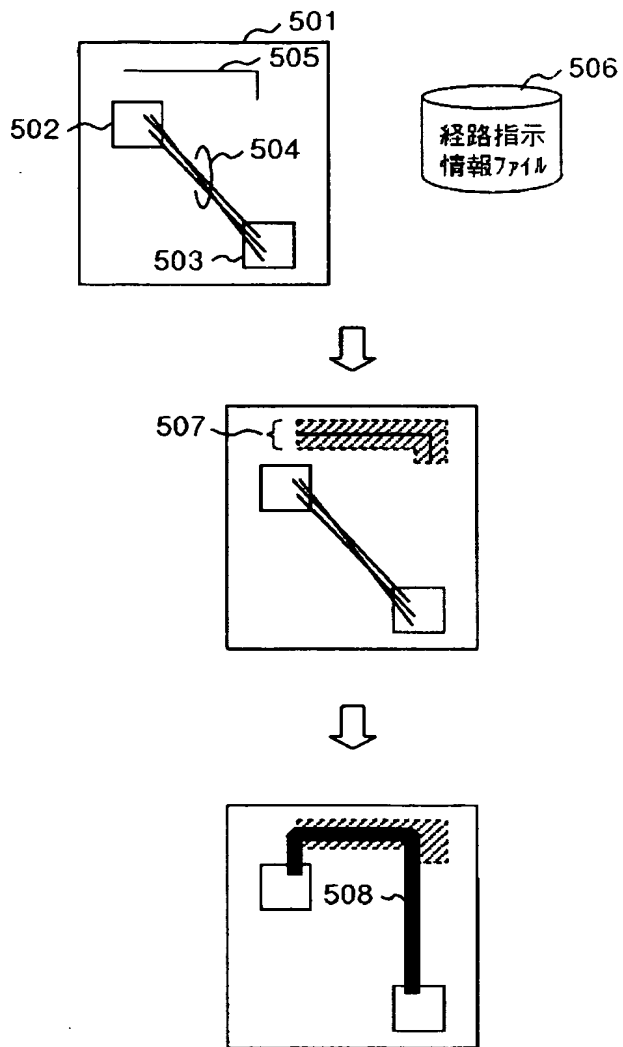
【図 3】

図 3



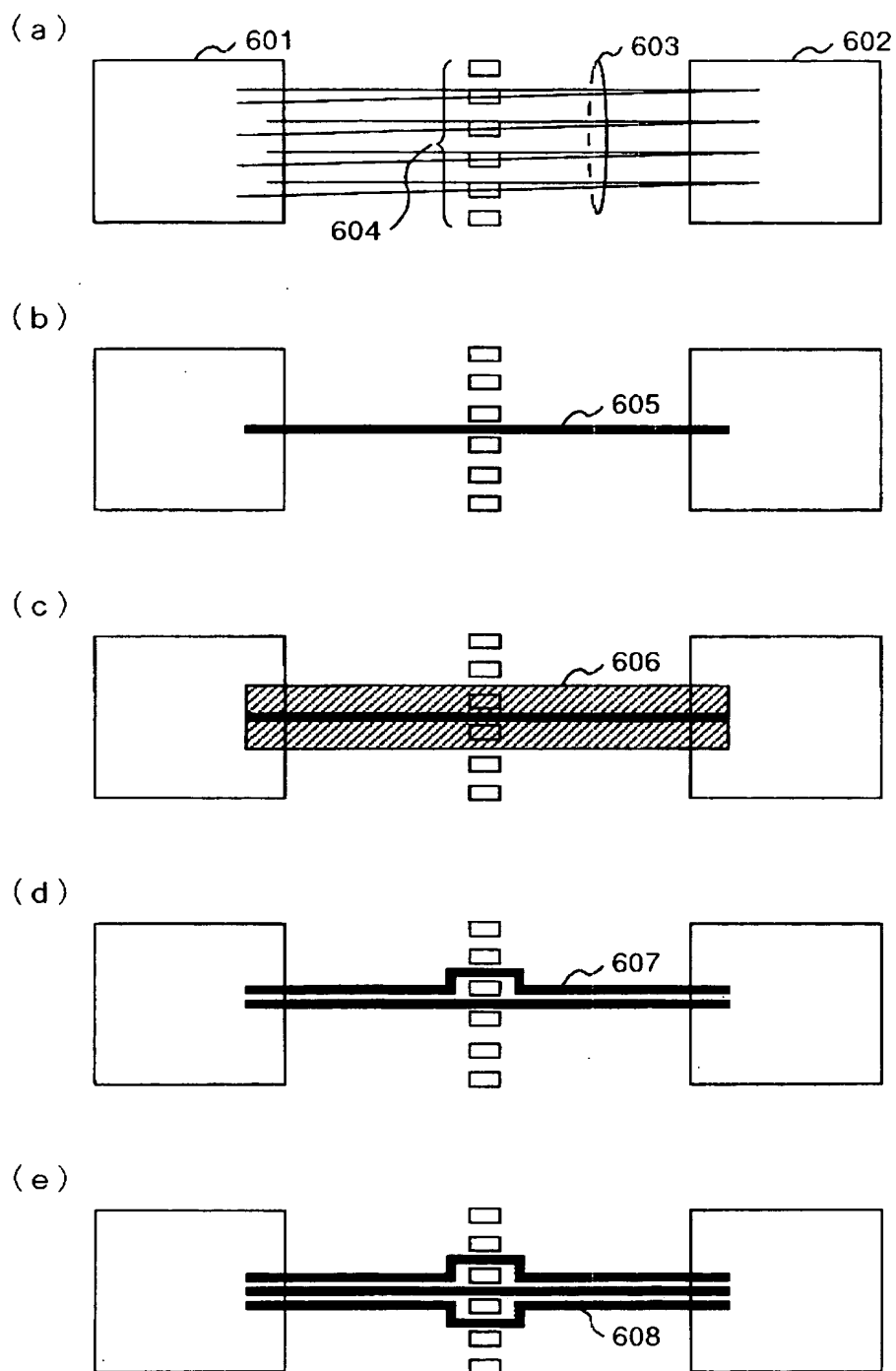
【図 4】

図 4



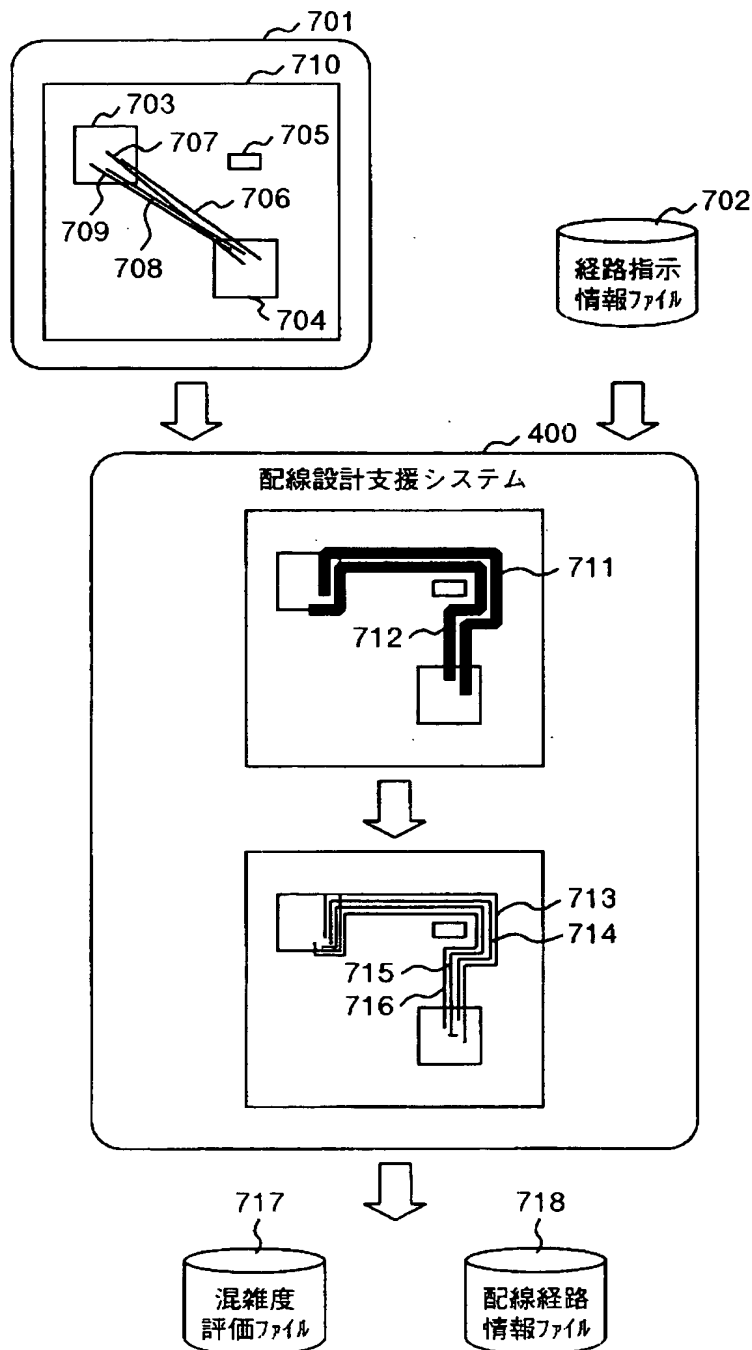
【図 5】

図 5



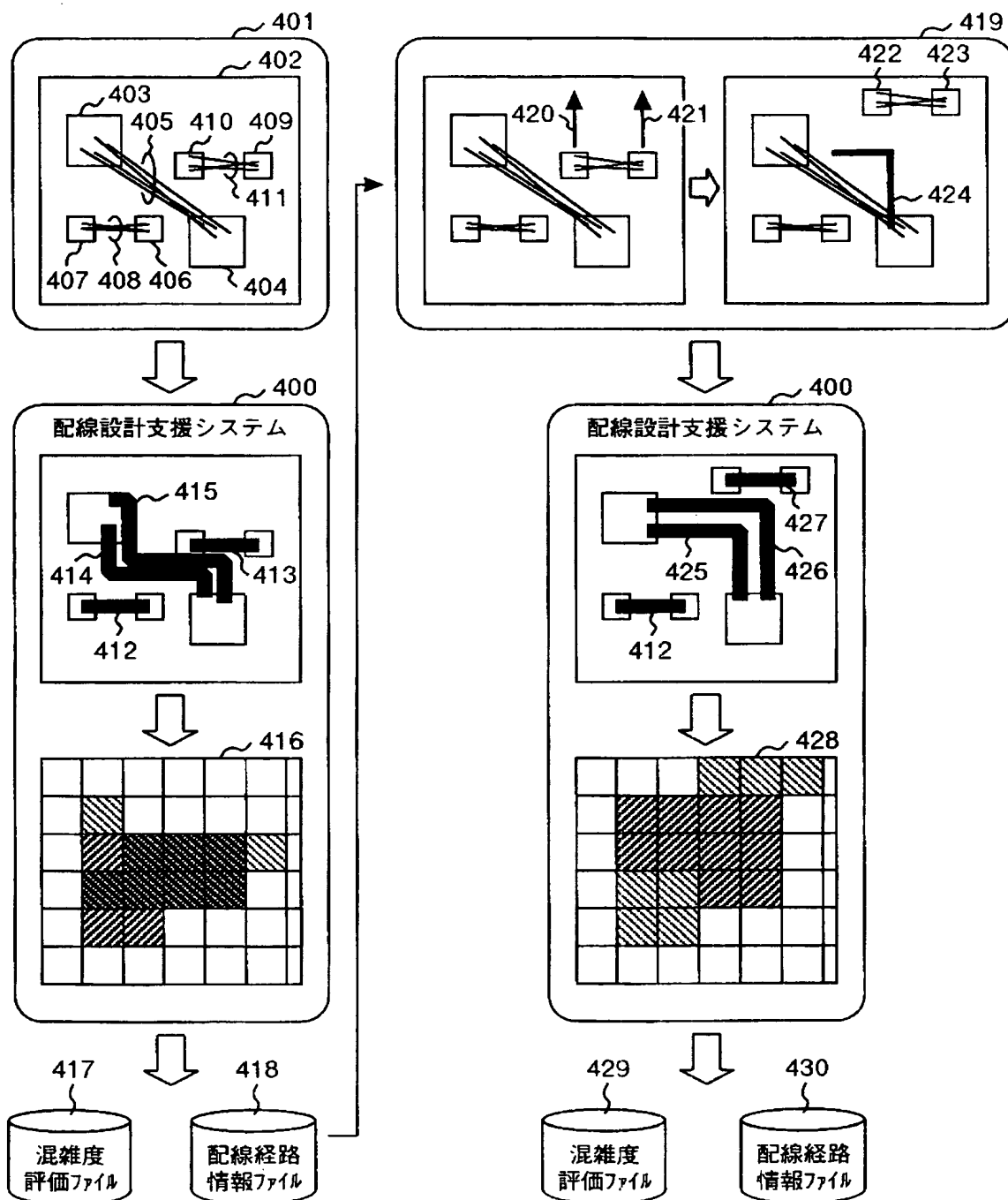
【図 6】

図 6



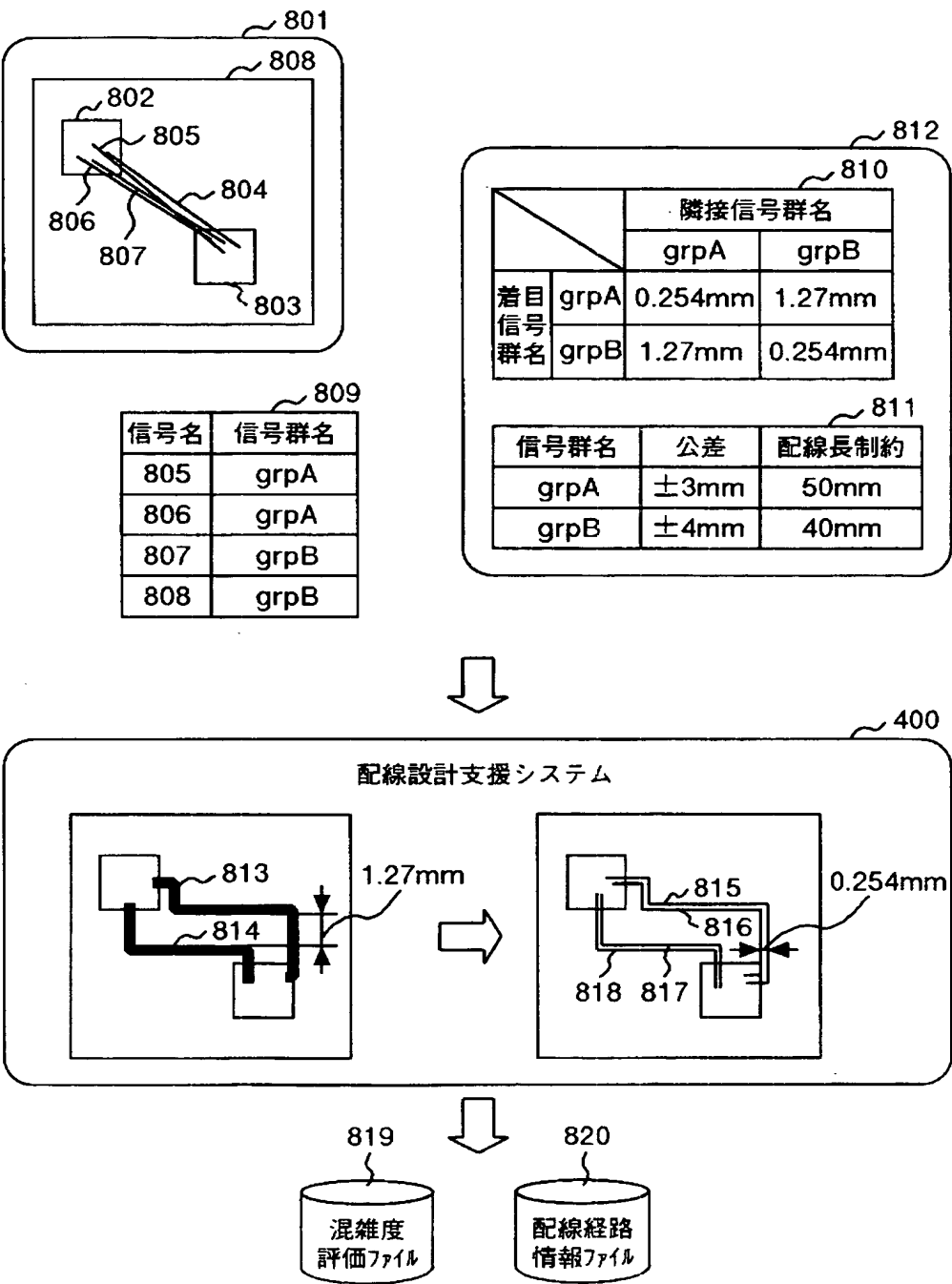
【図 7】

図 7



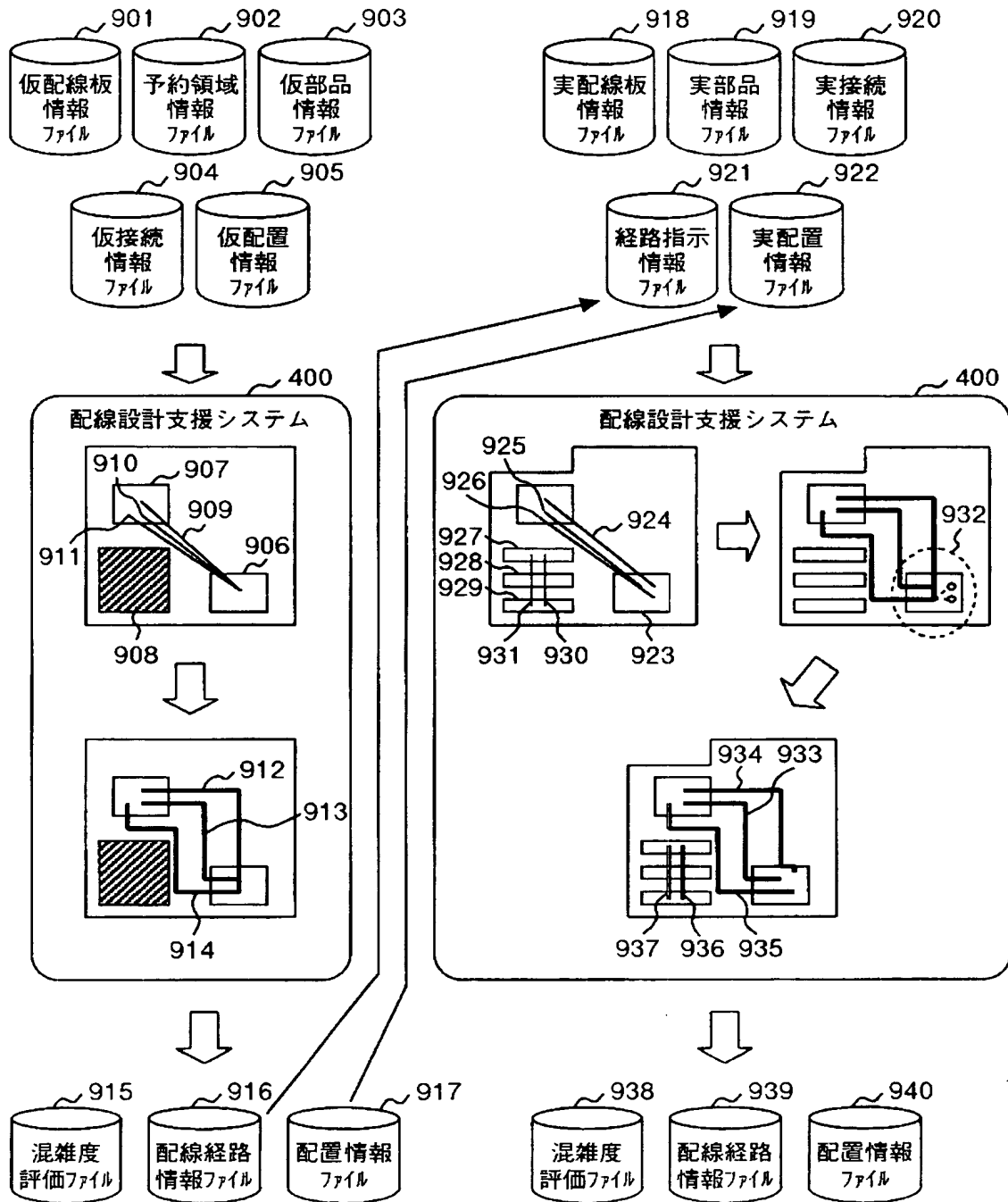
【図 8】

図 8



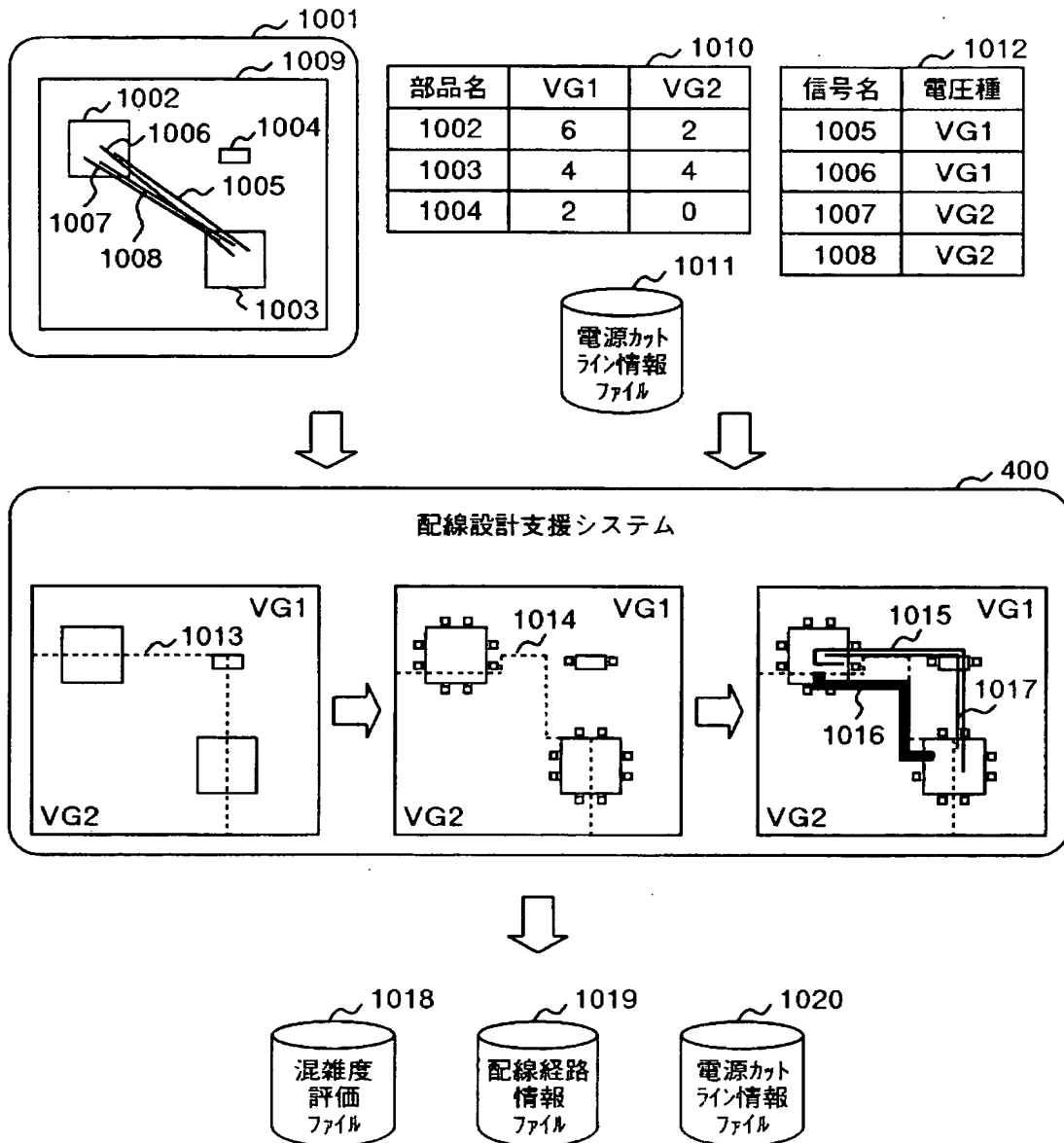
【図 9】

図 9



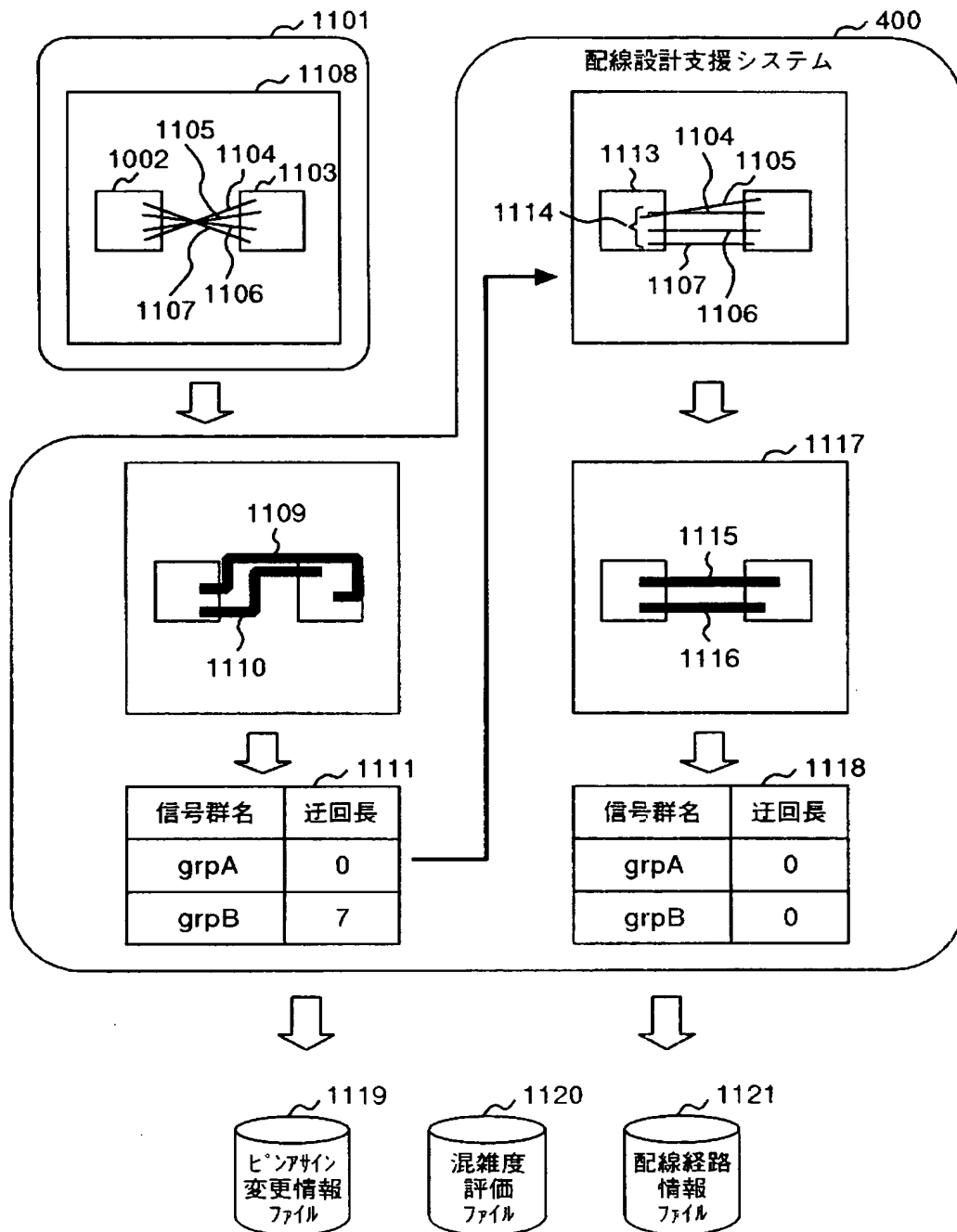
【図 10】

図 10



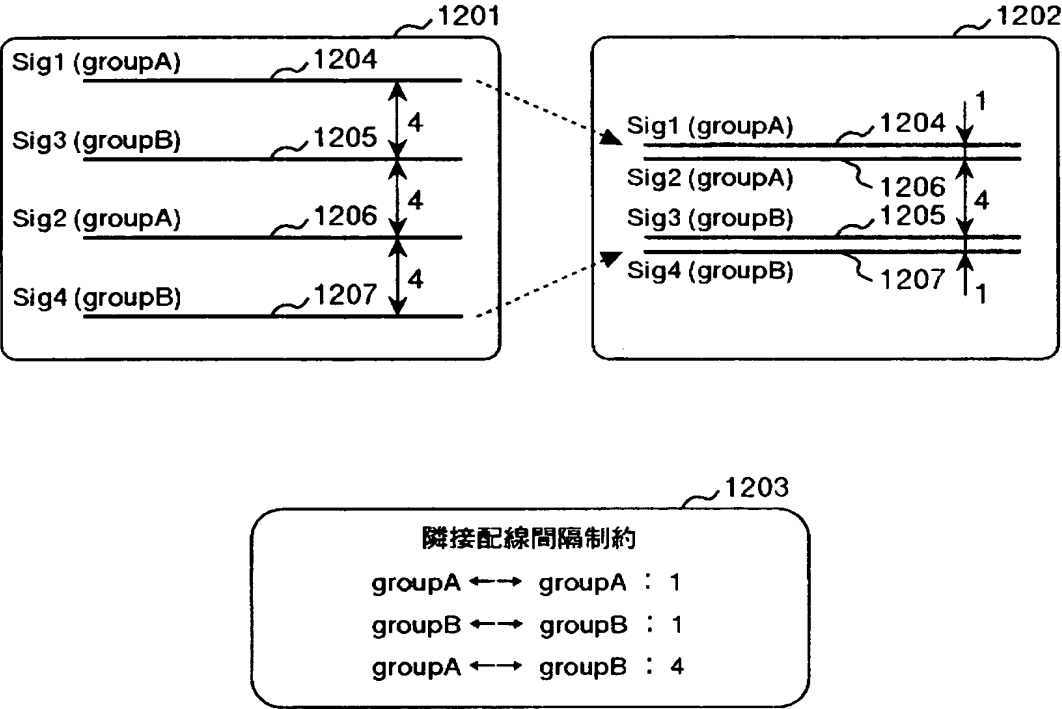
【図 11】

図 11



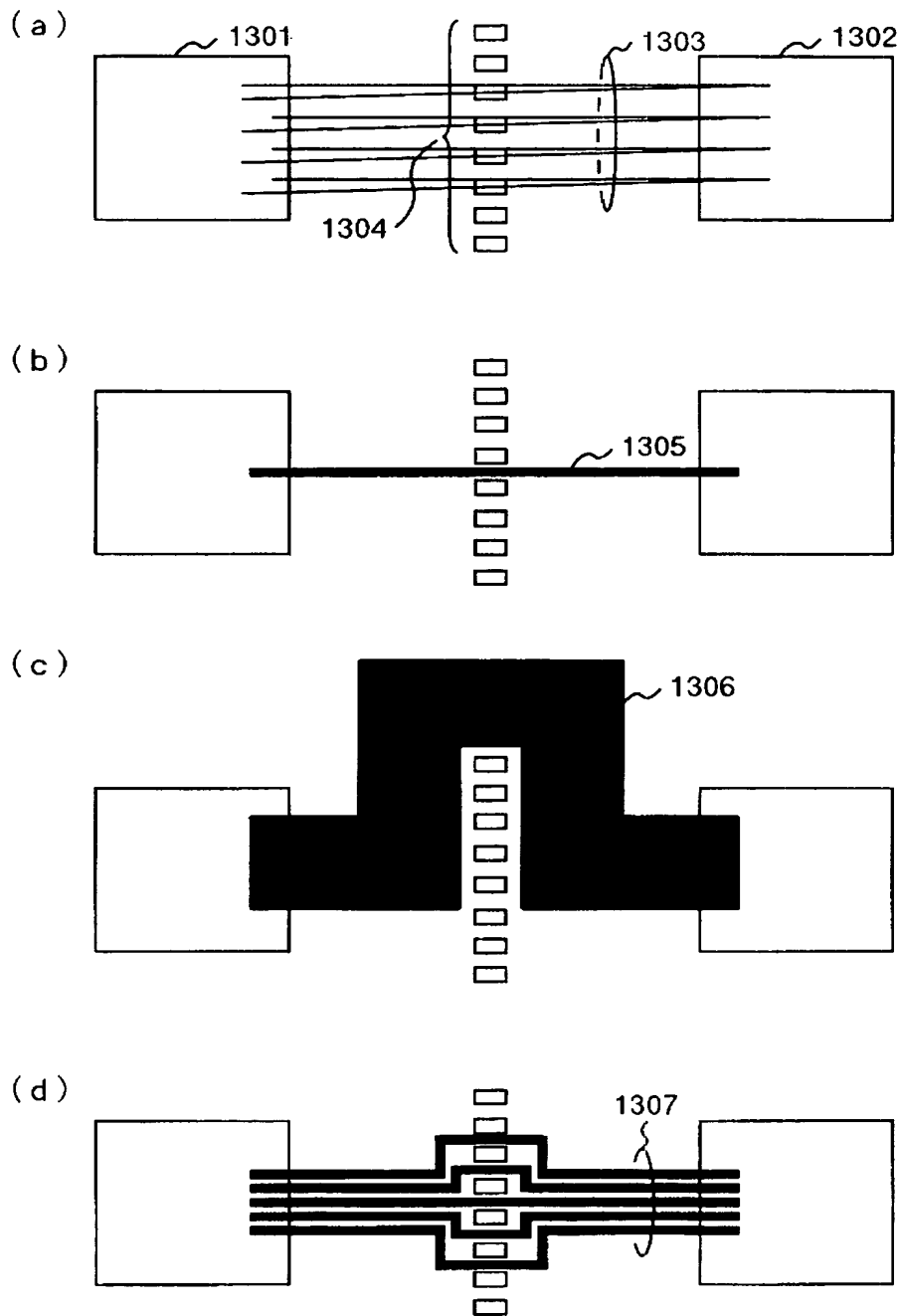
【図 12】

図 12



【図 13】

図 13



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】配線設計支援システムにおいて、多種多様な配線制約を要求する配線板に対して、フロアプラン段階から大まかな配線の仕方を提示して、配線の混雑度などを評価しながら、短期間で配線制約を満足する配線設計を完了することができるようにする。

【解決手段】部品を配線するための論理的な結線情報と、配線をまとめた信号群として取り扱うための信号群情報とを入力して、配線経路探索のために、信号群を配線の単位として扱い、順次、信号群を分割し、できるだけ分割した各々の信号群を近接するように配置して最適な経路を探索する。また、信号群の分割に際して、部品の配置、配線の混雑度を評価して、経路探索をおこなうようにする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 7 1 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名 株式会社日立製作所